

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/086789 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60C 23/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03780

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. April 2003 (11.04.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 17 133.5 17. April 2002 (17.04.2002) DE
102 61 094.0 20. Dezember 2002 (20.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; GUERICKESTRASSE 7, 60488 FRANKFURT/M. (DE). CONTINENTAL AG [DE/DE]; Vahrenwalder Str. 9, 30165 Hannover (DE). DAIMLER CHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).

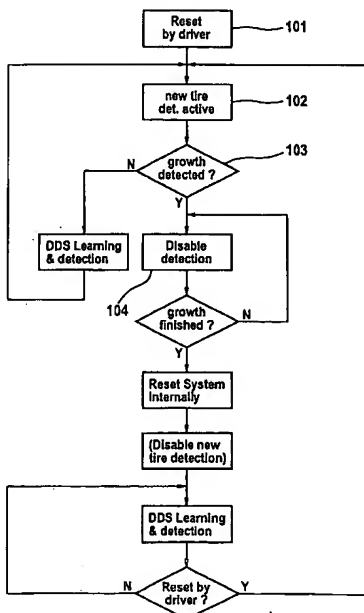
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRIEBER, Martin [DE/DE]; Akazienweg 8a, 65760 Eschborn (DE). KÖBE, Andreas [DE/DE]; Nibelungenstr. 26, 64625 Bensheim (DE). EDLING, Frank [DE/DE]; Seebachstr. 37, 65929 Frankfurt (DE). HOLTZ, Michael [DE/DE]; Wilhelm-Raabe-Weg 6, 30938 Burgwedel-Tönitz (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR IDENTIFYING TIRE CHARACTERISTICS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERKENNUNG VON REIFENEIGENSCHAFTEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for identifying the growth of the dynamic tire circumference (circumferential growth or tire growth). According to said method, at least one reference value (Ref) is formed based on wheel speed information, said value representing in particular a side-by-side and/or diagonal relationship of the motor vehicle wheels relative to one other. The temporal progression of the reference value or values is observed and tire growth is identified based on said progression.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Wachstums des dynamischen Reifenumfanges (Umfangswachstum bzw. Reifenwachstum), wobei auf Basis von Raddrehzahlinformationen mindestens ein Referenzwert Ref gebildet wird, welcher insbesondere eine seitenweise und/oder kreuzweise Relation der Kraftfahrzeugräder untereinander darstellt, und wobei der zeitliche Verlauf des/der Referenzwerte betrachtet wird und wobei weiterhin auf Grundlage des Verlaufs Reifenwachstum erkannt wird.



WO 03/086789 A1



PERRAS, Karl [DE/DE]; Glückstr. 3, 75417 Mühlacker-Enzberg (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(74) **Gemeinsamer Vertreter:** CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; GUERICKESTRASSE 7, 60488 FRANKFURT/M. (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): DE, JP, US.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften in einem elektronischen Steuergerät für Kraftfahrzeuge.

Gemäß dem Verfahren der Erfindung lässt sich erkennen, ob Neureifen am Fahrzeug montiert sind.

Neureifen können ein anhaltendes Wachstum des dynamischen Abrollumfangs bis zu 1,0 % des Abrollumfangs zeigen, insbesondere wenn sie erstmals bei hoher Fahrgeschwindigkeit betrieben werden. Es hat sich gezeigt, dass das Umfangswachstum oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit einsetzt und für eine bestimmte Zeit andauert. Nach dieser Zeit wächst der Umfang nicht mehr weiter, das Neureifenwachstum ist abgeschlossen. Ein weiteres Wachstum tritt dann nur bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit auf.

Besonders in einem an sich bekannten Verfahren zur Reifen-druckverlusterkennung auf Basis von Raddrehzahlinformationen alleine (z. B. Deflation Detection System, DDS, Fa. Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt, EP-A 0 983 154) ist es für die Genauigkeit der Erkennung von großer Bedeutung, Effekte die sich auf den dynamischen Abrollumfang beziehen, genau zu kennen. Das erfindungsgemäße Verfahren wird daher bevorzugt in einem solchen bekannten Reifendruckerkennungsverfahren eingesetzt. Der DDS-Algorithmus sammelt zunächst Fahrdaten auf Basis der Raddrehzahlinformationen und berechnet daraus nach dem an sich bekannten Prinzip der Raddrehzahlverhältnisbildung einen Referenzwert (nachfolgend Ref bezeichnet). Der zeitliche Verlauf $Ref(t)$ gibt bereinigt von Störeinflüssen Abweichungen der dynamischen Radumfangsver-

- 2 -

hältnisse besonders empfindlich wieder. Nach Neustart (Reset) des Algorithmus wird zunächst der Normalzustand eingelernt. Wenn für die statistische Auswertung genügend Drehzahlwerte ausgewertet wurden, wird die Lernphase beendet und ein Lernwert gebildet. Anschließend beginnt die Vergleichsphase, in der die eigentliche Erkennung eines Luftdruckverlustes stattfindet. In der Vergleichsphase werden aktuelle Werte von Ref gesammelt und gemittelt. Sind genügend geeignete Werte gesammelt worden, wird die gemittelte Größe mit dem Lernwert zur Druckverlusterkennung verglichen. Werden in der Erkennungsphase die Reifen neu aufgepumpt oder gewechselt, muss dies dem System von Hand mitgeteilt werden. Es ist aber auch möglich, dass Erkennungseinrichtungen vorgesehen sind, die eine entsprechende Veränderung bei den Reifen signalisieren (DDS-Reset).

Das Verfahren wird bevorzugt als Algorithmus in einem Fahrzeugrechner ausgeführt, welcher über entsprechende Eingänge Informationen der ABS-Raddrehzahlsensoren zugeführt bekommt. Besonders bevorzugt wird der Algorithmus in einem mikroprozessorgesteuerten Bremsensteuergerät ausgeführt, welches ohnehin mit den Raddrehzahlsensoren verbunden ist. Bei diesem Steuergerät handelt es sich insbesondere um ein Steuergerät für herkömmliche hydraulische Bremsanlagen oder für neuere "brake by wire" Bremsanlagen, wie etwa die elektrohydraulische Bremse (EHB) oder die elektromechanische Bremse (EMB).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden im DDS-Algorithmus Lernwerte getrennt für vorgegebene Geschwindigkeitsbereiche gebildet. Auf diese Weise lassen sich geschwindigkeitsabhängige Effekte der Reifen erkennen. Die geschwindigkeitsabhängige Lernwertbildung findet vorzugsweise zusätzlich zur an sich bekannten Bildung von Lernwerten

- 3 -

statt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders einfach durchführbar, wenn das beobachtete Reifenwachstum nicht an allen vier Rädern gleichzeitig auftritt. Zum Ermitteln des Rades, an dem ein Reifenwachstum auftritt, lassen sich bevorzugt mehrere verschieden ermittelte Referenzwerte auswerten. Es ergeben sich jeweils in den z. B. seitenweise, kreuzweise (diagonal) oder achsenweise ermittelten Referenzwerten Abweichungen, deren gemeinsame Auswertung eine Bestimmung der Radposition, an der Reifenwachstum aufgetreten ist, zulässt.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele an Hand von Figuren.

Es zeigen

- Fig. 1 einen Algorithmus zur Reifendruckverlusterkennung mit Neureifenerkennung,
- Fig. 2 Diagramme, die den zeitlichen Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit wiedergeben,
- Fig. 3 einen Algorithmus zur Reifendruckverlusterkennung mit Neureifenerkennung im Detail,
- Fig. 4 ein Algorithmus zur Erkennung von Reifenwachstum im Detail,
- Fig. 5 weitere Diagramme zur Veranschaulichung der Erkennung von Reifenwachstum im Detail,

Fig. 6 schematische Funktionsweise der Neureifenerkennung.

Gemäß einer ersten Ausführungsform wird in Schritt 101, Fig. 1, zunächst dem System z. B. über einen Reset-Taster oder eine automatische Erkennungseinrichtung angezeigt, dass eine manuelle Druckänderung an den Reifen vorgenommen wurde (z. B. Aufpumpen eines oder mehrere Reifen oder Reifenmontage). Es muss nun überprüft werden, ob gleichzeitig neue Reifen montiert worden sind. Hierzu wird die Neureifenerkennungsfunktion nach Drücken des Reset-Tasters in Schritt 102 aktiviert. Wird Neureifenwachstum in Schritt 103 festgestellt, wird in Schritt 104 der Druckverlusterkennungsalgorithmus während dieser Zeit deaktiviert. Nach Beendigung des Neureifenwachstums wird der DDS-Algorithmus wieder aktiviert.

In Fig. 2a) ist die Erkennung an Hand von vier Reifen dargestellt, bei denen das Neureifenwachstum bereits abgeschlossen ist. Teilbild b) zeigt den entsprechenden Kurvenverlauf, wenn zumindest einer der Reifen ein Neureifen mit Umfangswachstum ist. Die Geschwindigkeitsachse V ist in Geschwindigkeitsintervalle V_0 bis V_7 aufgeteilt. Das weiter oben erwähnte Druckverlusterkennungsverfahren zeichnet zunächst in den Intervallen individuell während einer Lernphase die gewöhnlichen Abrolleigenschaften der Fahrzeugräder in unterschiedlichen Fahrsituationen auf. Wenn die Lernphase beendet ist, wird die Vergleichsphase mit der eigentlichen Druckverlusterkennung aktiviert. Zum Zeitpunkt t_0 wird die Reset-Taste gedrückt. Bei t_1 besteht Verdacht auf einen Neureifen. DDS wird abgeschaltet. Bei t_2 besteht nach einer angemessenen Wartezeit, im Bereich von etwa 10 - 15 min, die Sicherheit, dass das Reifenwachstum in diesem Geschwindigkeitsbe-

- 5 -

reich und in den darunterliegenden Geschwindigkeitsbereichen abgeschlossen ist. Anschließend wird DDS komplett resetiert, so dass die Lernphase mit der anschließenden Vergleichsphase wieder aktiv ist. Erst bei erneuter Neureifenerkennung (Interval V6 bei t3) erfolgt erneut eine Abschaltung von DDS und die Neureifenerkennung wird wie bereits oben beschrieben durchgeführt.

Fig. 3 zeigt im Detail die Funktionsweise des Algorithmus zur Neureifenerkennung in einem DDS-System. Die Variable v_int gibt das momentane Geschwindigkeitsintervall an. Für die Erkennung kann zur Vereinfachung des Problems davon ausgegangen werden, dass das zu erkennende Neureifenwachstum nicht auftritt, bevor der erste Lernwert ermittelt wurde.

In Fig. 4 ist die Funktionsweise der Neureifenerkennung im Detail erläutert. Das Wachstum des Reifenumfangs wird individuell für verschiedene Geschwindigkeitsintervalle mitgeschrieben. Nach dem Verfahren wird ein Vergleich zwischen dem Lernwert für das momentane Geschwindigkeitsintervall und dem Wert des vorzugsweise gemittelten oder gefilterten Referenzwertes Ref (Y-Achse in Teilbild a)) vorgenommen.

Auf der x-Achse ist die Anzahl n der Datensätze (Samples), die bei der Referenzwertermittlung im jeweiligen Geschwindigkeitsintervall berücksichtigt wurden, aufgetragen. Kurve 402 gibt den Verlauf von Ref bei Reifenwachstum wieder. Kurve 403 zeigt den Verlauf bei fehlendem Reifenwachstum. Für die Erkennung eines Reifenwachstums im momentanen V-Intervall wird ein Zähler Z (Y-Achse in Teilbild b)) in jedem V-Intervall verwendet, welcher hochgezählt wird, wenn der Wert Ref größer als die Konstante A ist. Ist der Wert Ref kleiner einer Konstanten $-A$, wird der Zähler Z heruntergezählt. Kurve 404 gibt den Zählerstand von Z bei Reifen-

- 6 -

wachstum wieder, Kurve 405 bezieht sich auf das Beispiel ohne Reifenwachstum. Der Zeitpunkt, ab dem der Zähler hochgezählt wird, ist mit 401 bezeichnet. Erreicht der Zähler, wie in Teilbild b) dargestellt, einen oberen oder unteren Grenzwert (Konstante B), so wird die Flagge "growth detected" gesetzt, womit eine Erkennung von Reifenwachstum dem Algorithmus bekannt gemacht wird.

Wenn das Fahrzeug eine bestimmte Zeit in einem V-Intervall (V_i) gefahren ist, wird vom Algorithmus angenommen, dass das Neureifenwachstum abgeschlossen ist. Nach Ablauf der vorbestimmten Zeit wird zu diesem Zweck die Flagge "growth finished in speed intervall V" gesetzt.

Unterscheidung zwischen Wachstum und Druckverlust

In den nachfolgenden Fällen kann gemäß dem Verfahren der Erfindung zwischen einem Druckverlust und übriggebliebenen Reifenwachstum in folgenden Fällen unterschieden werden:

Fall 1: Der Effekt auf $Ref(t)$ als Folge eines Druckverlusts besitzt eine große Steigung und einen hohen Absolutbetrag im Vergleich zum übriggebliebenen Reifenwachstum.

Fall 2: Eine Raderkennung nach dem weiter unten beschriebenen Verfahren ist möglich.

Bei Fall 1 handelt es sich zum Beispiel um einen Druckverlust während Fahrzeugstillstand nach Einlernen in diesem Geschwindigkeitsintervall oder um einen sehr schnellen Druckverlust. Besonders bevorzugt wird, wenn der Wert von Ref einen zweiten Grenzwert (Konstante C) erreicht, der Zähler Z dem Betrag nach abermals herabgezählt. Hierdurch wird das

- 7 -

System davor bewahrt, ein Neureifenanwachsen anzuzeigen, wenn tatsächlich ein Druckverlust vorliegt.

Bei Fall 2 wird folgender physikalischer Zusammenhang angenommen: Druckverluste an einem Rad verursachen einen niedrigeren dynamischen Reifenumfang und somit die Detektion eines schneller drehenden Rades. Im Gegensatz dazu würde anhalten-des Reifenwachstum zu einer verringerten Drehzahl des Rades führen. Auf diese Weise kann Wachstum im Falle der Erkennung eines schnellen Rades ausgeschlossen werden. Im letztgenannten Fall wird der Zähler für die Druckerkenung ZP um den Wert 1 nach oben gezählt.

Konsequenzen der Wachstumserkennung

Wenn das Neureifenwachstum in einem V-Intervall erkannt wurde, wird die Flagge "growth detected" gesetzt. Als Folge davon wird der Zähler ZP, welcher für die Druckverlusterkennung vorgesehen ist, nicht mehr weiter gezählt. Eine Druckverlustwarnung bleibt aus, da diese erst aktiviert wird, wenn ZP einen vorgegebenen Zählerstand überschritten hat. Wenn zusätzlich kein Wachstum im aktuellen V-Intervall mehr stattfindet, wird das System zurückgesetzt (Reset), so dass die Lernphase in allen V-Intervallen von neuem beginnt. Die Information über die Beendigung des Neureifenwachstums im jeweiligen V-Intervall wird allerdings durch das System gespeichert.

Vermeidung von fehlerhafter Neureifenerkennung

Die Funktion "recheck growth" (301 in Fig. 3) dient dem Schutz vor einer fehlerhaften Neureifenerkennung, sie prüft bei niedrigen Geschwindigkeiten z. B. unterhalb von 100

- 8 -

km/h. In diesen niedrigen V-Intervallen kann das Reifenwachstum zumindest dann nicht mehr auftreten, wenn bereits in einem höheren Geschwindigkeitsintervall ein Reifenwachstum stattgefunden hat.

Hierbei liegt folgende Erkenntnis zugrunde: Wenn im niedrigen Geschwindigkeitsintervall die Werte Ref in der Nähe der entsprechenden Lernwerte und gleichzeitig festgestellt wurde, dass in einem hohen Geschwindigkeitsintervall gefahren wurde, dann kann kein verbleibendes Reifenwachstum vom Fahren im hohen Geschwindigkeitsintervall vorhanden sein.

Dieser Zusammenhang wird in Fig. 5 deutlich gemacht. Ein weiterer Zähler ZC wird dazu genutzt festzustellen, ob der aktuelle Wert von Ref in der Nähe des jeweiligen Lernwertes liegt. In Teilbild a) ist der Wert von Ref über der Anzahl von Samples n aufgetragen. Teilbild b) trägt den Wert des Zählers ZC gegen n auf. Die Kurven 501 und 502 sind Kurven für neue Reifen mit Wachstum; Kurven 503 und 504 stammen von Reifen ohne Neureifenwachstum.

Vermeidung von fehlerhafter Nachüberprüfung

Die Funktion "recheck growth" kann ebenfalls fehlerhaft sein, wenn ein V-Intervall für die Nachüberprüfung nicht gelernt wurde bevor die Nachprüffunktion aktiv wurde. Ein möglicher Ausweg besteht darin, die Statusinformation über das Lernen zu dem Zeitpunkt zu speichern, wenn die Flagge "growth detected" gesetzt ist. Die Nachüberprüfungsfunktion kann gerade aktiviert worden sein, wenn die zweite Warnschwelle in einem niedrigen V-Intervall eingelernt wurde, für das die Nachüberprüfungsfunktion vorgesehen ist. Zu Bemerken ist, dass das Arbeiten mit den ersten Schwellenwerten

- 9 -

zu Fehlern führen kann, welche durch fortgesetztes Lernen oder neugestartetes Lernen bei fehlerhafter Lern-Erkennung verursacht wird.

Die Information über den Lernstatus im Augenblick der Wachstumserkennung wird in einer hierfür vorgesehenen Variablen bzw. Speicherstelle gespeichert.

Zurücksetzen (Reset) und Initialisierung

Das System kann vollständig zurückgesetzt werden, wenn ein Reset durch den Fahrer oder eine Diagnosefunktion festgestellt wurde. Die Flaggen zur Erkennung des Neureifenwachstums werden bei einem eventuell aus anderem Grund durchzuführenden internen DDS-Reset nicht zurückgesetzt.

Gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels, welches alternativ oder zusammen mit dem ersten Ausführungsbeispiel eingesetzt werden kann, ermittelt das weiter oben beschriebene DDS-Druckverlusterkennungsverfahren zunächst auf an sich bekannte Weise drei verschieden ermittelte Referenzwerte, Ref_{diag} (Fig. 6, Bezugszeichen 6), für die Diagonalenverhältnisse, Ref_{side} , für die Seitenverhältnisse und Ref_{axle} , für die Achsverhältnisse. Nach Beendigung einer Lernphase liegen für jeden dieser Referenzwerte Lernwerte vor, an Hand derer sich durch Vergleich mit aktuell ermittelten Referenzwerten ein Druckverlust auf an sich bekannte Weise feststellen lässt. Ein Neustart der Lernphase beginnt normalerweise durch Betätigung eines Reset-Tasters durch den Fahrer nach einem Reifenfüllvorgang oder nach einem Wechsel der Reifen bzw. Räder.

- 10 -

Vorzugsweise ist zusätzlich vorgesehen, dass nach einem Ansprechen des Verfahrens zur Neureifenerkennung, welches beispielsweise einen Neustart von DDS auslöst, die Erkennung nicht noch ein zweitesmal aktiviert ist. Damit wird verhindert, dass das System ständig den aktuellen Referenzwerten mit mehrfachen DDS-Resets "hinterherlernt". Eine ausreichend empfindliche Druckverlusterkennung wäre in diesem Fall nicht mehr sichergestellt. Eine neuerliche Erkennung ist insbesondere erst dann wieder möglich, wenn ein Signal für einen DDS-Reset erzeugt worden ist, zum Beispiel nach der Montage von neuen Reifen.

Der bereits beschriebene Ausdehnungseffekt eines Neureifens kann die obige Druckverlusterkennung stören. Daher werden die entsprechenden Effekte eines Neureifens auf nachfolgende Weise berücksichtigt.

In Fig. 6 ist die Funktionsweise der Neureifenerkennung schematisch dargestellt. Das nicht dargestellte Funktionsmodul "DDS" stellt drei verschieden ermittelte Referenzwerte 4, 5, 6 zur Verfügung. Nach dem Verfahren wird die Differenz zwischen einem eingelernten Lernwert und einem aktuell ermittelten (gefilterten) Referenzwert betrachtet. Wenn ein Reifen wächst, rotiert das entsprechende Rad langsamer. Dies führt zu einer Veränderung des Referenzwertes für das Diagonalen-, Seiten- und Achsenverhältnis. Die Änderung der drei Werte ist von der Änderung bei Druckverlust unterscheidbar. In Funktionsgruppe 1 wird unter Zuhilfenahme weiterer verschieden ermittelter Referenzwerte festgestellt, welches Rad einen Neureifeneffekt aufweist. Diese Information wird an eine Wahrscheinlichkeitsüberwachung 2 über Signalweg 3 weitergegeben. Überschreitet die Veränderung (Differenz zwischen dem jeweiligen Ref-Wert und dem zugehörigen Lernwert)

- 11 -

eine erste Schwelle, die niedriger ist, als die DDS-Schwelle für die Druckverlusterkennung, besteht ein Verdacht für Reifenwachstum. Die Wahrscheinlichkeit, dass Reifenwachstum vorliegt, wird durch weitere in zeitlicher Folge ermittelte Referenzwerte größer, wenn ein aktueller Referenzwert ebenfalls die obigen Kriterien erfüllt. In Funktionsmodul 2 wird die Wahrscheinlichkeit mit einem einfachen Zähler ausgeführt. Überschreitet dieser Zähler einen vorgegebenen Schwellenwert, liegt Neureifenwachstum mit hoher Wahrscheinlichkeit vor. In diesem Fall werden Reset-Signale über Leitungen 8, 9, 10 an das Modul "DDS" ausgegeben. Leitung 7 setzt die DDS-Funktion vorübergehend außer Kraft.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird über Signalleitung 11 eine zusätzliche Verarbeitung des Referenzwertes für das Diagonalenverhältnis vorgenommen, bei der die Schwellenwerte für die Auswertung des Diagonalenverhältnis gegenüber den übrigen Referenzwerten höher festgelegt sind. Auf diese Weise ist es möglich, die Erkennungssicherheit der Neureifenenerkennung noch weiter zu erhöhen.

Leitung 12 überträgt eine durch Funktionsmodul "DDS" ermittelte Größe über die Qualität des Fahrbahnzustandes und der Signalqualität. Ist die Qualität der Fahrbahn oder der Signale zu gering, wird vorzugsweise die Erhöhung des Zählerstands bei einem Verdacht auf Neureifenwachstum unterdrückt.

Signalleitung 13 ist vorgesehen, um die Erkennung von Neureifenwachstum auf bestimmte, vorausgewählte Kilometerstände einzuschränken. Diese Funktion basiert auf dem Gedanken, dass ab einem bestimmten, geeignet festzulegenden Kilometerstand kein Neureifenwachstum mehr auftreten kann. Bevorzugt wird der Kilometerstand auf den letzten DDS-Reset bezogen,

- 12 -

damit ein Reifenwechsel durch das System nicht unberücksichtigt bleibt.

Die vorstehend beschriebene Methode der Erkennung eines Neureifenwachstums kann auch für einzelne Geschwindigkeitsintervalle getrennt durchgeführt werden. Wenn zum Beispiel das Fahrzeug eine bestimmte Zeit in einem entsprechenden Geschwindigkeitsintervall gefahren ist, wird vom Algorithmus angenommen, dass das Neureifenwachstum nur für dieses Intervall abgeschlossen ist. Entsprechend kann auch das Einlernen und Auswerten der Referenzwerte für verschiedene Geschwindigkeitsintervalle unabhängig voneinander durchgeführt werden, wenn ausreichend Speicherplatz zur Verfügung steht.

Eine Unterscheidung zwischen Reifenwachstum und Druckverlust kann vorzugsweise auch dadurch erfolgen, dass ein oberer Schwellenwert festgelegt wird, welche durch den Einfluss von Reifenwachstum auf die Änderung eines Referenzwertes nicht überschritten werden kann.

Weitere Möglichkeiten zur Unterscheidung zwischen Reifenwachstum und Druckverlust:

-Der Effekt auf einen Referenzwert als Folge eines Druckverlusts besitzt eine große Steigung.

Besonders bevorzugt wird, wenn der Wert von Ref den zweiten Grenzwert erreicht oder überschreitet, der Wahrscheinlichkeitszähler herabgezählt. Hierdurch wird das System davor bewahrt, ein Neureifenanwachsen anzuzeigen, wenn tatsächlich ein Druckverlust vorliegt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erkennung eines Wachstums des dynamischen Reifenumfangs (Umfangswachstum bzw. Reifenwachstum), dadurch **gekennzeichnet**, dass
 - auf Basis von Raddrehzahlinformationen mindestens ein Referenzwert Ref gebildet wird, welcher insbesondere eine seitenweise und/oder kreuzweise Relation der Kraftfahrzeugräder untereinander darstellt,
 - der zeitliche Verlauf des/der Referenzwerte betrachtet wird und
 - auf Grundlage des Verlaufs Reifenwachstum erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die gebildeten Referenzwerte mit eingelernten Lernwerten verglichen werden und auf Grundlage des Vergleichs Reifenwachstum erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass Lernwerte für vorgegebene Geschwindigkeitsintervalle individuell gelernt werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Umfangswachstum in vorgegebenen Geschwindigkeitsbereichen individuell betrachtet wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass in einem ersten niedrigen Geschwindigkeitsintervall berücksichtigt wird, ob in einem zweiten höheren Geschwindigkeitsintervall bereits

- 14 -

Umfangswachstum stattgefunden hat.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass sich das Fahrzeug länger als eine vorbestimmte Zeit in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsintervall befindet angenommen wird, dass das Umfangswachstum in diesem Intervall abgeschlossen ist.
7. Verfahren zur Erkennung eines Reifenluftdruckverlustes nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere aktuelle Referenzwerte mit einem oder mehreren Lernwerten verglichen werden und in Abhängigkeit der Abweichung/-en des/der Referenzwerte/-s vom Lernwert auf einen Reifendruckverlust geschlossen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Druckverlusterkennungssystem deaktiviert wird, während Umfangswachstum stattfindet oder festgestellt wird,
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum das Vorzeichen der Drehzahländerung des betrachteten Rades ausgewertet wird.
10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum die erste Ableitung von $\text{Ref}(t)$ und der Absolutbetrag der Abweichung vom Lernwert betrachtet wird.

- 15 -

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln der Montageposition des Rades, welches ein Reifenwachstum zeigt,
 - ein Vergleich des Verlaufs oder der Abweichungen von eingelernten Werten zwischen mindestens zwei, insbesondere drei, verschieden ermittelten Referenzwerten durchgeführt wird,wobei sich die verschieden ermittelten Referenzwerte dadurch unterscheiden, dass diese insbesondere Diagonalverhältnisse, Seitenverhältnisse und Achsverhältnisse repräsentieren.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass auf Reifenwachstum geschlossen wird, wenn die mindestens zwei, insbesondere drei, Referenzwerte unabhängig voneinander Reifenwachstum erkennen lassen, was insbesondere durch Betrachtung und Vergleich des Vorzeichens der beobachteten Referenzwertänderungen möglich ist.
13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Abweichung zwischen einem Referenzwert und einem eingelernten Wert für diesen Referenzwert betrachtet wird und bei einer Überschreitung dieser Abweichung eines ersten Schwellenwertes DDS_FOR_GROW ein Wahrscheinlichkeitswert erhöht wird.
14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Wahrscheinlichkeitswert eine Wahrscheinlichkeitsschwelle COUNT_GR besitzt, deren Überschreitung signalisiert, dass Reifenwachstum vorliegt, wobei der durch den

- 16 -

Wahrscheinlichkeitszähler angegebene Grad der Wahrscheinlichkeit davon abhängt, wie häufig innerhalb eines bestimmten Zeitraums der Schwellenwert DDS_FOR_GROW überschritten wurde.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Wahrscheinlichkeitswert nur dann erhöht wird, wenn zusätzlich eine oder mehrere der Zusatzbedingungen

- Signalqualität der Referenzwerte,
- Qualität der Fahrbahnbeschaffenheit oder
- gefahrene Wegstrecke innerhalb eines vorgegebenen Bereichs

erfüllt ist.

16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass ein oder mehrere Referenzwerte einen Schwellenwert DDS_MAX_GROW überschreiten, nicht auf Reifenwachstum geschlossen wird.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Verfahren zur Erkennung von Neureifen in einen Ausgangszustand zurückgesetzt wird, wenn ein Reifenwechselrücksetzsignal, wie insbesondere ein DDS-Reset, detektiert wird.

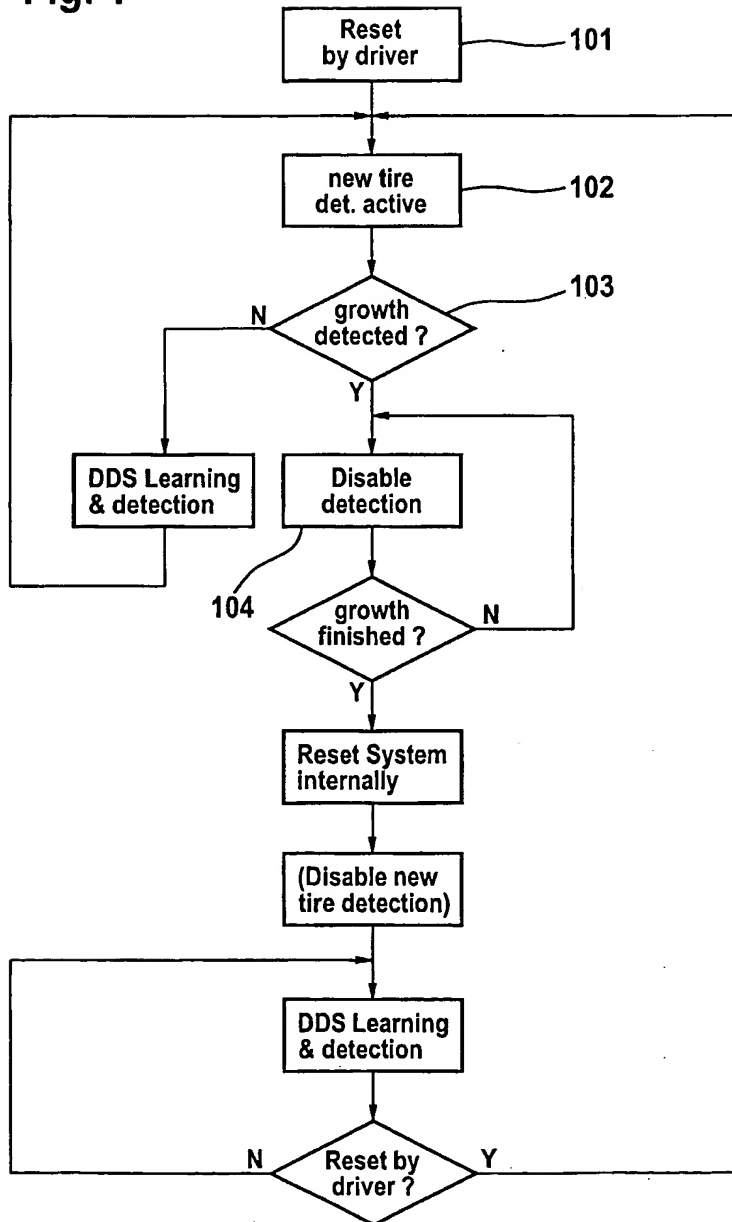
18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle der Feststellung von Neureifenwachstum in indirektes, auf Basis der Rad-

- 17 -

geschwindigkeiten arbeitendes, Druckverlusterkennungssystem (DDS) in einen Anfangszustand zurückgesetzt wird (DDS-Reset).

1/6

Fig. 1



2/6

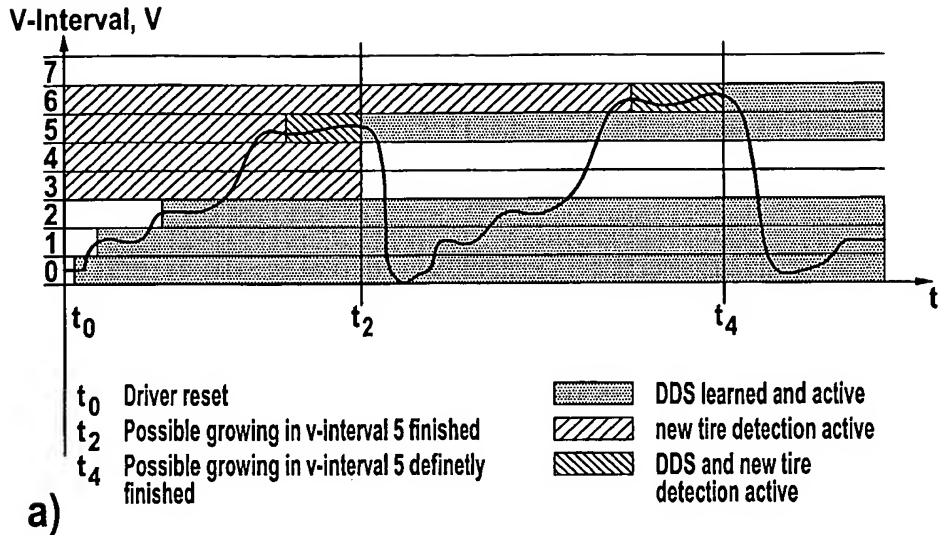
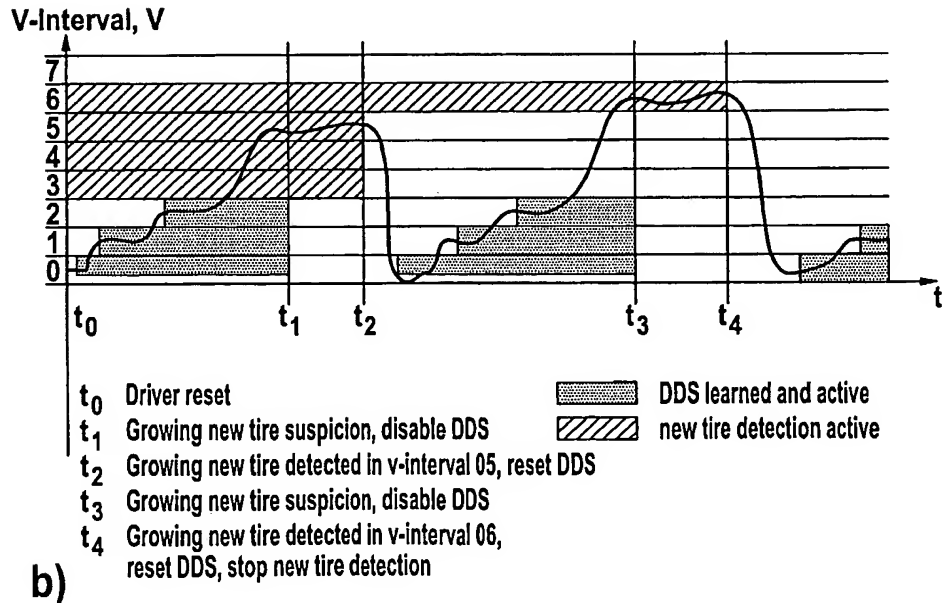


Fig. 2



3/6

Fig. 3

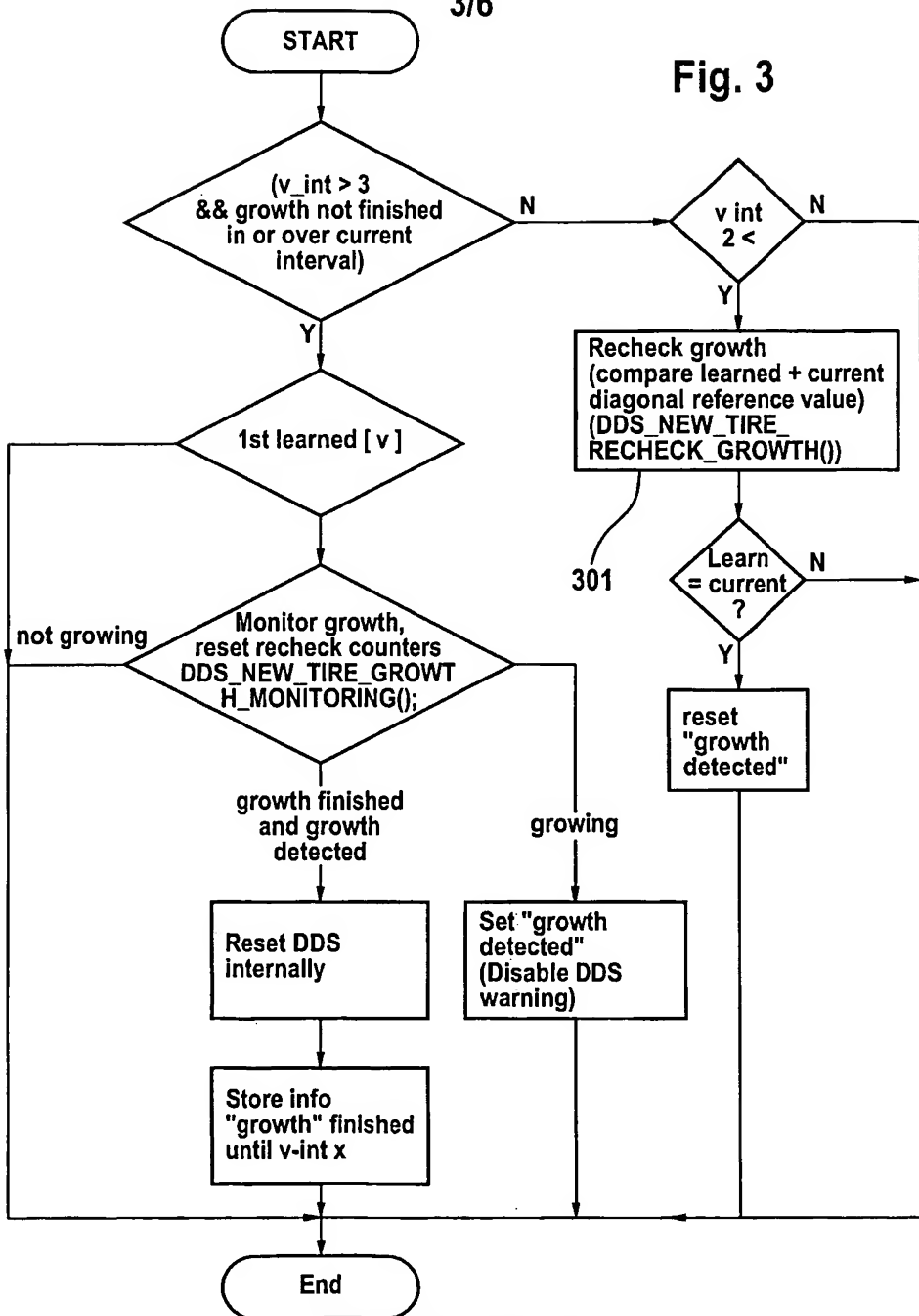
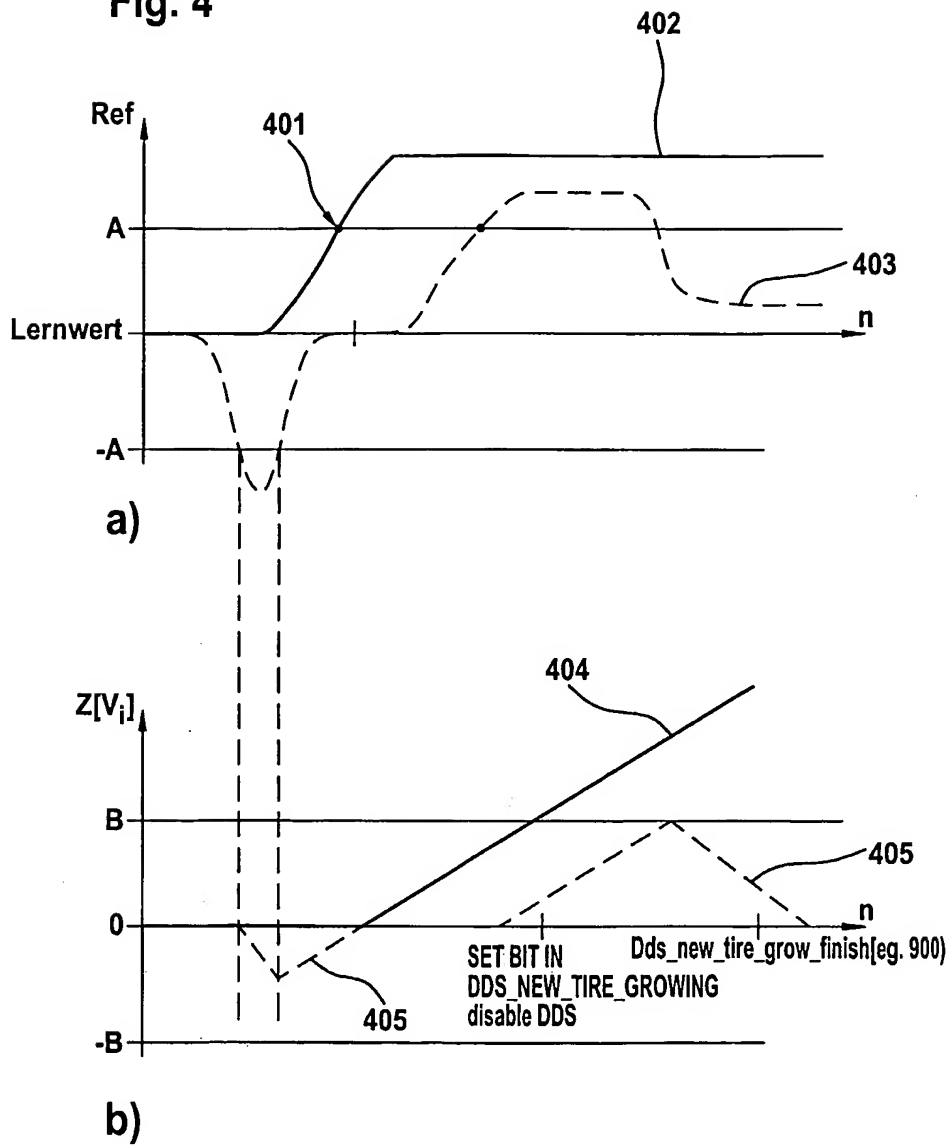
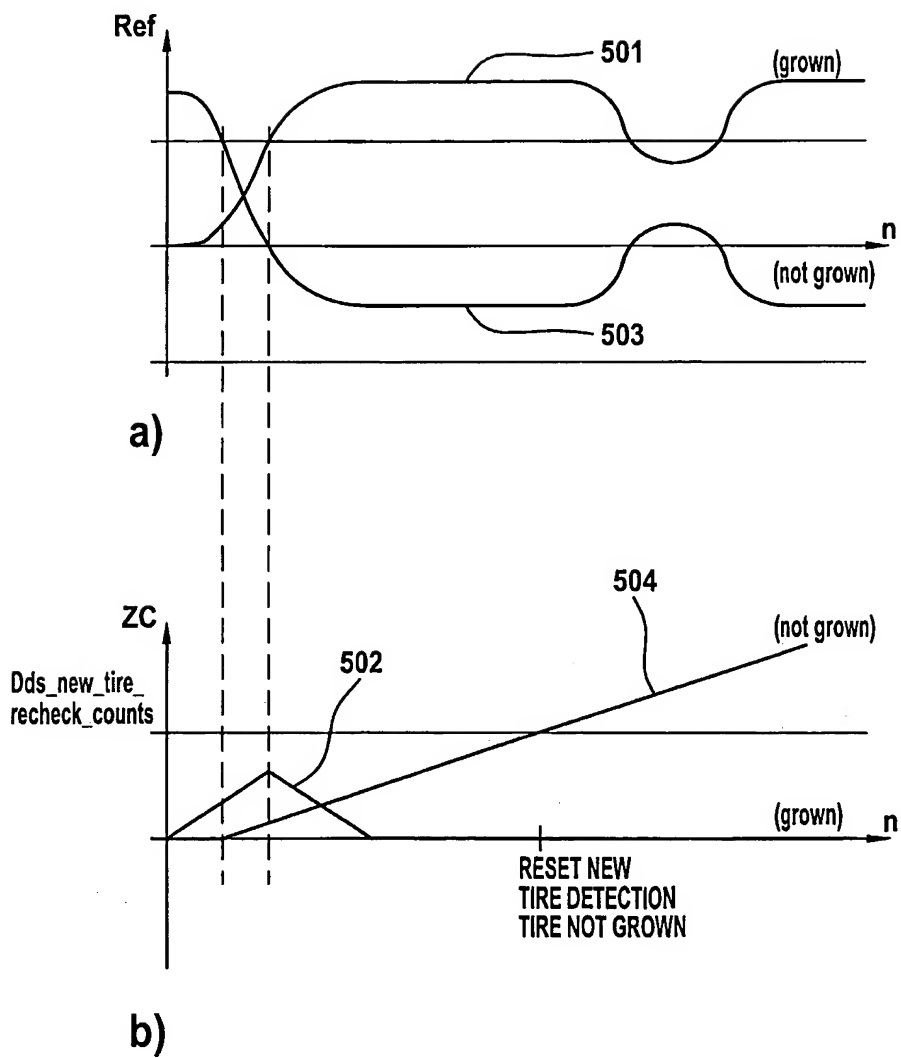


Fig. 4



5/6

Fig. 5



6/6

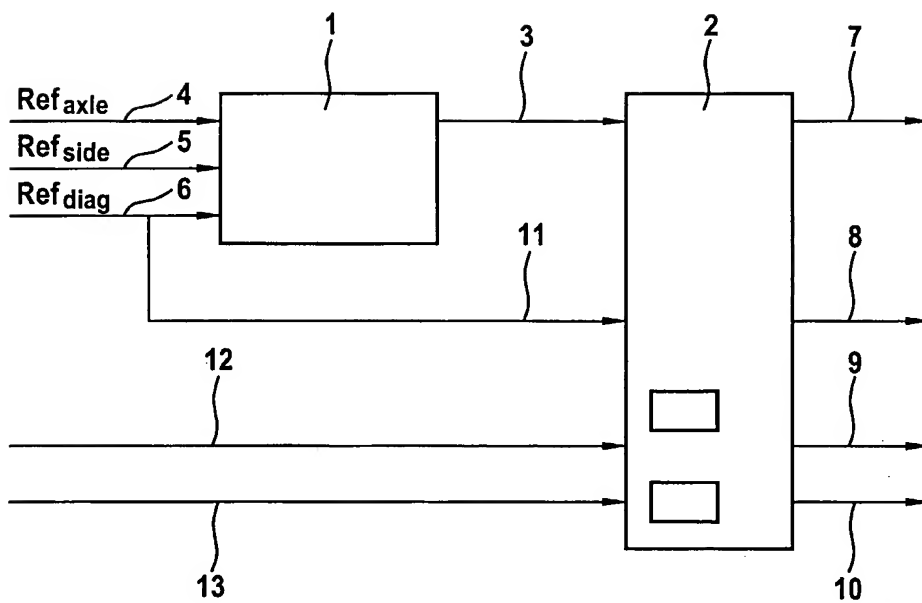


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60C23/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 441 600 A (SUMITOMO RUBBER IND) 14 August 1991 (1991-08-14) column 5, line 14 - line 34; claims 1,13,19,20	1-4,7
X	DE 197 21 480 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 26 November 1998 (1998-11-26) claims 1,3,9,10	1,2,7
X	& EP 0 983 154 A (CONTINENTAL TEVES) 8 March 2000 (2000-03-08) cited in the application	1,2,7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2003

Date of mailing of the international search report

11/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peschel, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/EP 03/03780

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0441600	A	14-08-1991	DE 69105289 D1	12-01-1995
			EP 0441600 A2	14-08-1991
			ES 2064898 T3	01-02-1995
			JP 3129453 B2	29-01-2001
			JP 4212609 A	04-08-1992
			KR 9700522 B1	13-01-1997
			US 5192929 A	09-03-1993
DE 19721480	A	26-11-1998	DE 19721480 A1	26-11-1998
			WO 9852780 A1	26-11-1998
			EP 0983154 A1	08-03-2000
			JP 2002500761 T	08-01-2002
			US 6439045 B1	27-08-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 03/03780

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B60C23/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B60C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 441 600 A (SUMITOMO RUBBER IND) 14. August 1991 (1991-08-14) Spalte 5, Zeile 14 - Zeile 34; Ansprüche 1,13,19,20	1-4,7
X	DE 197 21 480 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 26. November 1998 (1998-11-26) Ansprüche 1,3,9,10	1,2,7
X	& EP 0 983 154 A (CONTINENTAL TEVES) 8. März 2000 (2000-03-08) in der Anmeldung erwähnt	1,2,7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Δ Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/07/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Peschel, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP 03/03780

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0441600	A	14-08-1991	DE	69105289 D1	12-01-1995
			EP	0441600 A2	14-08-1991
			ES	2064898 T3	01-02-1995
			JP	3129453 B2	29-01-2001
			JP	4212609 A	04-08-1992
			KR	9700522 B1	13-01-1997
			US	5192929 A	09-03-1993
DE 19721480	A	26-11-1998	DE	19721480 A1	26-11-1998
			WO	9852780 A1	26-11-1998
			EP	0983154 A1	08-03-2000
			JP	2002500761 T	08-01-2002
			US	6439045 B1	27-08-2002